

面向21世纪

画法几何 及机械制图

主 编/常 明

副主编/胥北澜 朱 林

工程制图与机械基础系列教材

华中理工大学出版社

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

E-mail: hustpp@wuhan.cngb.com

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机构制图/常明主编
武汉:华中理工大学出版社, 1999.6
ISBN 7-5609-1963-4

I. 画…

II. ①常… ②胥… ③朱…

III. ①画法几何-高等学校-教材 ②机械制图-高等学校-教材

③计算机绘图-高等学校-教材

IV. TH126

画法几何及机械制图

主 编 常 明

副主编 胥北澜 朱 林

责任编辑:叶见欣

封面设计:潘 群

责任校对:蔡晓瑚

监 印:张正林

出版发行:华中理工大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87542624

经销:新华书店湖北发行所

印刷:中国科学院武汉分院科技印刷厂

开本:787×1092 1/16

印张:27

字数:606 000

版次:1999年6月第1版

印次:1999年6月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5609-1963-4/TH·101

定价:29.60元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行科调换)

内 容 简 介

本书是根据《画法几何及机械制图课程教学基本要求》，在总结近几年我校实施教育部下达的《工程制图与机械基础系列课程教学内容与课程体系改革》的教改项目中所取得的经验的基础上编写的。本书面向21世纪教学需要，遵循从三维立体到二维图形的认知规律，将计算机辅助二维、三维设计绘图与经典的工程图学内容融合为一体，并把平面图形的设计、基本立体的设计、组合体的设计、零件的设计、装配体的设计以及计算机辅助造型设计等一系列形体设计练习作为一条主线，将形体设计理论、表达方法以及通常应遵循的原则贯彻其中。如果需要还可提供与之配套的电子教材、电子挂图、电子模型以及自主知识产权的科学高效的辅助教学软件——凯图CAD，既能满足多媒体教学的需要，也适用于传统的教学手段与方法。

本书可作为高等工业院校机械类、近机类各专业画法几何及机械制图课程的教材，也可供电大、职大及函授等高等工业院校师生及有关工程技术人员参考。

2002/5

序 言

21世纪的核心是科技,关键是人才,基础是教育。世界经济发展中最激烈的竞争,将不仅表现在生产和科技领域,同时也集中在培养人才的教育领域。教育部于1996年制定并实施的《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》,是迎接新世纪挑战的重要战略部署,是一项富有远见的教育改革计划,对我国高等教育具有深远的重大的意义。《工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践》是这一改革计划中的一个项目,与它紧密相关的还有一个项目为《机械类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践》。可以预计,这两个项目的实施,将会对机械学科的培养目标、培养模式、课程体系、教学内容与教学方法产生重大的改革,为我国机械工业的人才培养和产业发展作出贡献。

“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”是邓小平同志对我国社会主义教育事业提出的总体要求,也是我们开展机械学科两个教改项目的指导方针。华中理工大学作为这两个项目的牵头单位,和全国20余所高校的师生一起,遵循“解放思想”、“实事求是”的原则,努力争取教改项目的突破性进展。

在机械类人才培养中,工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系的改革占有极为重要的地位,是机械学科教学改革的重点和难点。结合我校教学、科研和产业的特点,我们提出“以创新设计为根本、以数控加工为龙头、以CAD/CAM为主线、加强基础注重实践”的机械基础教学改革思路。正如江泽民同志所指出的:“创新是一个民族的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力”。创新永远是教育改革的重要课题,培养高层次创造性人才是教育的根本任务。现代科学技术,特别是信息技术融于教学,是使教育改革充满活力的重要途径。数控和CAD/CAM技术是信息革命的产物,既是改造传统机械产业的重要手段,也是机械学科教育改革不可缺少的重要组成部分。为了适应现代社会对机械设计与制造的高要求,加强数学、物理、力学、电工电子学及外语等基础知识显得更为重要;同时还要重视实践,包括实验、实习等操作性实践和作业、课程设计等思考练习性实践。体现在机械基础系列课程体系的设置上,我们打破原4门课程(制图、金工、机械管理和机械设计)封闭的学科界限,对机械设计相关课程进行整体优化,改善课程体系结构。作为课程体系核心的系列课程教材,由《画法几何及机械制图》、《计算机图形学》、《工程材料及应用》、《材料成形工艺基础》、《机构制造技术基础》、《机械原理》、《机械设计》、《机构与机械零部件CAD》、《机械系统创新设计》等组成。通过构建课程体系、改革教学内容,以达到从整体上优化学生的知识、能力、素质,特别是设计思想、设计方法与创新思维能力培养的目的。

呈献给大家的这套系列教材,是华中理工大学教改课题组师生们多年工作的初步成果,还需要在教改实践中去反复锤炼。我们殷切希望得到广大读者以及兄弟院校同行们的关心、支持和帮助,以推进教改工作的进行。

高等学校工科机械基础课程教学指导委员会主任委员
《工程制图与机械基础系列课程教学 课题负责人
内容和课程体系改革的研究与实践》

周济 教授

1999年1月于华中理工大学

前 言

随着国家教育部制定的《面向21世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划》的启动,我校机械学院承担的教育部三项重大教改项目已全面实施。经过几年的探索与实践,我们对本课程改革的基本思路是:“以空间构思能力为核心,以创造性形体设计与表达能力为主线,以计算机绘图、仪器绘图和徒手草图能力为基础,以计算机三维造型设计为纽带,贯穿于机械基础系列课程教改全过程。”基于这一改革思想,依照高等学校工科制图课程教学指导委员会制定的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》的主要精神,总结多年的教学经验,特别是近几年本课程教学改革的实践经验,编写了本书,作为面向21世纪教学改革的新教材。本书具有以下特点:

(1) 遵循从三维立体到二维图形的认知规律,本书将立体的二维、三维描述方法安排在第三章,目的是加强学生对三维立体的感性认识,为学习几何元素的投影打下基础,同时也为更进一步的课程体系改革准备条件。

(2) 加强了创造性形体设计与表达的教学与练习。本书把平面图形的设计、基本立体的设计、组合体的设计、零件的设计、装配体的设计以及计算机辅助造型设计等一系列形体设计练习作为一条主线,将形体设计的理论、表达方法以及通常应遵循的原则贯彻其中。目的是从本课程开始培养学生的创新意识和创造性的形体设计能力。

(3) 计算机设计绘图的教学内容与经典的工程制图内容科学地融为一体,自始至终贯彻全书。计算机设计绘图作为21世纪工程设计的主要手段与方法,是21世纪机械类专业人才必须具备的基本素质之一,因此,强化计算机绘图能力的培养,提高CAD/CAM技术的应用水平,已成为培养能适应和引导21世纪发展的优秀专业人才的必由之路。显然,那种在机械制图教科书中增加一章有关计算机绘图内容的课程体系已经不能适应面向21世纪的人才培养需求。而把计算机设计绘图的新内容与经典工程图学内容全面融合的新体系才是工程制图课程教学改革的必然趋势。

(4) 本书采用华中理工大学图形软件中心研制的自主知识产权的设计绘图软件——凯图CAD作为辅助教学软件。一方面,因为该软件是国内唯一由工程制图教师研究开发的CAD软件,它不仅符合画法几何及机械制图课程教学全过程的要求,而且也能满足厂矿企业、设计院工程设计的全部需求和国家标准的所有规定;另一方面,因为该软件将画法几何的投影原理与计算机的高速度、高精度和大容量的特点科学地结合在一起,科学合理,易学易用,可节省大量学时,符合教学改革的总体要求。此外,采用高水平的自主知识产权教学软件本身就有利于激励学生的创新意识和进取精神,树立赶超世界先进水平的信心。

(5) 本书全部文字都由编者用字处理软件输入,全部插图都是由自主知识产权的设计绘图软件凯图CADtool和Gstar产生。因此,随同本书发行的还有与本书配套的电子教材、电子挂图、电子模型和一系列辅助教学软件,特别适合多媒体教学和网络教学的环境。

(6) 增强了徒手绘制草图的教学内容。徒手绘图是计算机辅助设计绘图技术日益普及,特别是构思设计时必须具备的技能。本书第三章集中讲授了徒手绘草图的方法和技巧,然

后在组合体木模测绘、表达方法和零部件测绘等章节均安排了相应的练习。

参加本书编写的有：常明(绪论、第一、二、五、六、十五章)、胥北澜(第三、十、十四章)、朱林(第四、十六章)、阮春红(第七、十三章)、程进明(第十一、十二章)、何建英(第八章)、李喜秋(第九章)。全书由常明任主编，胥北澜、朱林任副主编。

本书的编写工作，得到教研室许多老师和教辅人员的帮助，凝聚着参与教学改革和教学基地建设的全体同志的智慧和汗水，以及研制辅助教学软件的青年教师和研究生的贡献，在此一并表示感谢。

本书编写过程中，参考了一些国内同类著作，在此特向有关作者致谢！

由于编者水平所限，书中会有某些缺点或错误，敬请读者批评指正。

编 者

1999年3月于华工园

目 录

绪论	(1)
第一章 机械制图的基本知识	(2)
§ 1-1 国家标准《机械制图》内容简介	(2)
§ 1-2 绘图工具及使用方法	(10)
§ 1-3 几何作图	(13)
§ 1-4 平面图形的分析与作图步骤	(16)
§ 1-5 仪器绘图的一般步骤	(18)
第二章 计算机绘图基本知识	(21)
§ 2-1 计算机绘图概述	(21)
§ 2-2 图形系统的硬件环境与软件环境	(22)
§ 2-3 计算机绘图软件	(24)
§ 2-4 使用凯图软件的预备知识	(28)
§ 2-5 计算机绘制平面图形	(29)
§ 2-6 计算机绘制各种直线	(30)
§ 2-7 计算机绘制各种曲线	(37)
第三章 立体的三维与二维的描述方法	(43)
§ 3-1 投影法概述	(43)
§ 3-2 徒手画草图的技巧	(45)
§ 3-3 投影与视图	(50)
§ 3-4 轴测图	(57)
§ 3-5 计算机绘制轴测图	(65)
第四章 点、直线、平面的投影	(70)
§ 4-1 点的投影	(70)
§ 4-2 直线的投影	(75)
§ 4-3 平面的投影	(86)
§ 4-4 旋转法	(96)
§ 4-5 用计算机绘制点、线、面的投影	(100)
第五章 几何元素的相对位置	(106)
§ 5-1 平行问题	(106)
§ 5-2 相交问题	(107)
§ 5-3 垂直问题	(111)

§ 5-4 图形数学模型及计算机实现方法	(114)
第六章 曲线与曲面	(117)
§ 6-1 曲线概述	(117)
§ 6-2 曲线的投影特性及其画法	(118)
§ 6-3 圆的投影	(119)
§ 6-4 螺旋线	(121)
§ 6-5 曲面的基本知识	(123)
§ 6-6 回转面	(126)
§ 6-7 螺旋面	(128)
第七章 基本体及其截交线	(130)
§ 7-1 平面立体	(130)
§ 7-2 平面立体的截交线	(135)
§ 7-3 回转体	(144)
§ 7-4 回转体的截交线	(150)
§ 7-5 基本体的尺寸标注	(159)
§ 7-6 计算机绘制基本体的三视图	(161)
第八章 组合体的三视图	(169)
§ 8-1 组合体的形体分析和组合形式	(169)
§ 8-2 相贯线的画法	(172)
§ 8-3 画组合体三视图的方法	(183)
§ 8-4 组合体的尺寸标注	(189)
§ 8-5 组合体的读图	(191)
§ 8-6 用计算机画组合体三视图	(196)
§ 8-7 凯图软件的编辑功能	(200)
§ 8-8 凯图软件的尺寸标注	(206)
第九章 机件形状的常用表达方法	(213)
§ 9-1 视图	(213)
§ 9-2 剖视图	(216)
§ 9-3 剖面图	(228)
§ 9-4 简化画法与规定画法	(231)
§ 9-5 计算机绘制剖视图	(236)
§ 9-6 表达方法综合举例	(238)
§ 9-7 轴测剖视图	(240)
§ 9-8 第三角投影法介绍	(242)
第十章 零件图概述	(245)

§ 10-1	零件图的内容	(245)
§ 10-2	零件与部件的关系	(247)
§ 10-3	表面粗糙度及其标注	(249)
§ 10-4	公差与配合及其标注	(252)
§ 10-5	形状与位置公差	(257)
§ 10-6	计算机标注技术要求	(260)
§ 10-7	计算机文字处理	(262)
第十一章	螺纹及连接件	(268)
§ 11-1	螺纹和螺纹紧固件	(268)
§ 11-2	键、销连接	(279)
§ 11-3*	焊接	(282)
§ 11-4	螺纹及连接件在计算机中的绘制	(286)
第十二章	常用件	(288)
§ 12-1	齿轮的画法	(288)
§ 12-2	滚动轴承的画法	(295)
§ 12-3	弹簧	(299)
§ 12-4	常用件的计算机绘制	(302)
§ 12-5	连接件和常用件的参数化建库	(303)
第十三章	零件图	(305)
§ 13-1	一般零件的分类和零件图的视图选择	(305)
§ 13-2	零件的工艺结构	(316)
§ 13-3	零件图的尺寸标注	(321)
§ 13-4	零件图的绘制	(330)
§ 13-5	零件图的读图方法	(333)
§ 13-6	计算机绘制零件图	(335)
第十四章	装配图	(339)
§ 14-1	装配图的基本知识	(339)
§ 14-2	装配图的特殊表达方法	(345)
§ 14-3	装配图上的标注和注写	(348)
§ 14-4	部件测绘	(351)
§ 14-5	由零件草图画装配图	(353)
§ 14-6	由装配图拆画零件图	(357)
§ 14-7	计算机绘制装配图的基本知识	(360)
§ 14-8	计算机绘制装配图的方法	(366)
§ 14-9	计算机拆画零件图的方法	(372)

第十五章 表面展开图	(374)
§ 15-1 概述	(374)
§ 15-2 平面立体表面的展开	(374)
§ 15-3 可展曲面的展开	(376)
§ 15-4 变形接头的展开	(379)
§ 15-5 不可展曲面的近似展开方法	(380)
第十六章 三维几何造型	(384)
§16-1 引言	(384)
§16-2 基本概念	(384)
§16-3 基本操作	(387)
§16-4 三维几何造型系统的使用	(392)
附 录	(402)
一、常用的螺纹件	(402)
二、垫圈	(407)
三、键和销	(409)
四、轴的极限偏差	(413)
五、孔的极限偏差	(417)
六、标准公差数值	(420)
参考文献	(421)

绪 论

一、本课程的研究对象

准确地讲,本课程的研究对象是图样。所谓图样,就是工程界用来表达物体的形状、大小和有关技术要求的图形。进入信息时代以来,装载图样的介质已从图纸发展为计算机存储介质。然而,无论是以图纸为载体的图样,还是以计算机存储介质为载体的图样,都是本课程研究的对象。图样与文字、数字一样,也是人们表达设计思想、记录创新构思灵感、指导生产加工、交流思想意图的重要工具之一。在工业、农业、交通运输、文化教育等经济文化的各个领域都离不开图样。因此,图样被誉为“工程技术界的共同语言”。每个工程技术人员都必须熟练地掌握这种语言。

本课程是一门研究设计、绘制和阅读各种工程图样的原理和方法的技术基础课,它的目的就是培养学生运用计算机绘图、仪器绘图和徒手绘草图等方法来进行创造性形体设计、表达工程设计思想的能力。

二、本课程的任务

- ① 学习投影理论,为创造性形体设计以及绘制和阅读各种工程图样打下坚实的理论基础;
- ② 培养学生空间构思能力和创造性的三维形体设计能力,为机械基础系列课程的培养目标奠定基础;
- ③ 培养学生的计算机绘图、徒手绘草图和仪器绘图的能力以及阅读各种介质存储的机械图样的能力;
- ④ 培养学生掌握机械制图国家标准的有关知识,并能熟练查阅设计制图中的常用标准;
- ⑤ 在教学全过程中,注意培养学生的自学能力,独立分析问题和解决问题的能力以及耐心细致的工作作风和认真负责的工作态度。

三、本课程的学习方法

- ① 在认真学习投影理论的同时,注意加强对教学过程中使用的几何立体的模型、零件、部件的感性认识,为提高空间构思设计能力积累资料;
- ② 本课程是一门实践性很强的技术基础课,除上课认真听讲,积极思考,课后看书自学外,更重要的是多动手,多画图,多想象,深入理解从三维立体到二维图形之间的转换规律以及由二维图形想象出三维立体形状的正确方法。
- ③ 在计算机绘图、仪器绘图和徒手绘图练习中,应注意掌握正确的画图和读图方法及步骤,不断提高自己用各种手段设计绘图的技能。
- ④ 在学习过程中,有意识地培养自己的自学能力和创新能力,这是 21 世纪优秀科技人才必须具备的基本素质。

第一章 机械制图的基本知识

图样与文字一样，是人类借以表达设计思想，进行技术交流、组织施工和生产的重要工具之一，是工程技术界的“共同语言”。随着计算机图形学的发展，计算机辅助设计绘图技术正迅速在企事业单位推广应用，为工程技术人员提供了现代化的设计绘图工具。

本课程的主要任务是学习投影法的基本理论，为绘制和应用各种工程图打下坚实的理论基础；培养学生的空间构思能力、分析能力和表达能力，使学生具备绘制和阅读机械工程图样的能力；在培养仪器绘图能力的同时，注意培养计算机绘图能力，以跟上 21 世纪科技发展的步伐。

§ 1-1 国家标准《机械制图》内容简介

国家标准《机械制图》是国家制定的一项基本技术标准，绘图时必须严格遵守标准的有关规定，以便工业部门科学地进行生产与管理。现行制图标准 GB/T14689-93 是 1993 年修改后颁布的，随着科技的发展，标准还会不断进行修改，以适应生产的需要。

一、图纸幅面及标题栏

1. 图纸幅面尺寸

表 1-1 列出了标准中规定的各种图纸的幅面尺寸，绘图时应优先采用，必要时可延长边长，但加长量必须符合标准的规定。

表 1-1 图纸幅面

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20				

2. 图框和标题栏

每张图样均需有粗实线绘制的图框和标题栏。

需要装订的图样，应留装订边，其图框格式如图 1-1(a)、(b)所示。不需装订的图样，其图框格式如图 1-2(a)、(b)所示。

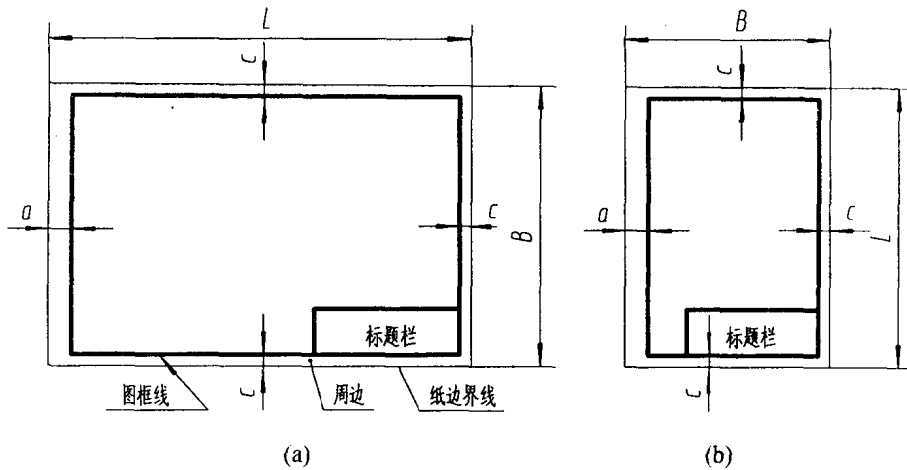


图 1-1 需要装订图样的图框格式

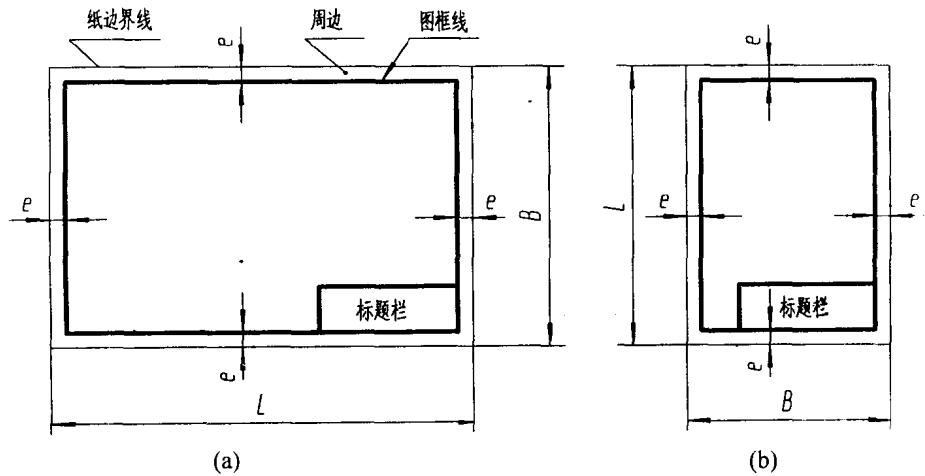


图 1-2 不需要装订图样的图框格式

3. 标题栏方位

① 每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB10609.1 的规定。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图 1-1 和图 1-2 所示。

② 当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-1(a) 和图 1-2(a) 所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-1(b) 和图 1-2(b) 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。

③ 为了利用预先印制的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用，如图 1-3(a) 所示，或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-3(b) 所示。

4. 其他附加符号

为了阅读、管理图纸的方便，图框线上还会出现一些附加符号，如对中符号、方向符号(图 1-4)以及剪切符号和图幅分区符号等，有关这些符号的画法及含义请参阅 GB/T14689-93 中的有关规定。

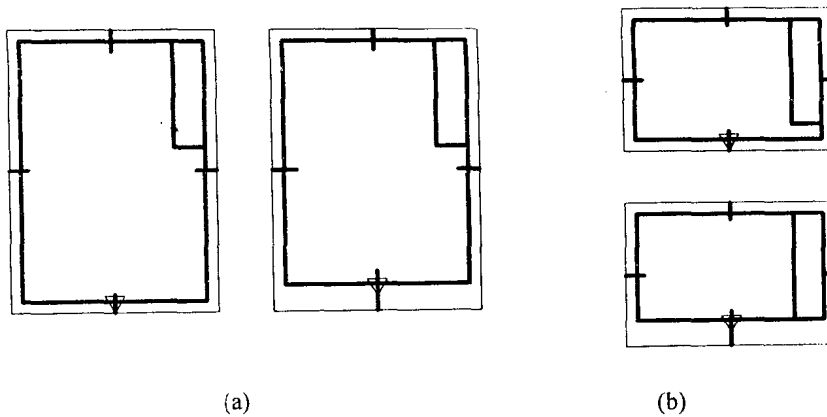


图 1-3 标题栏的方位

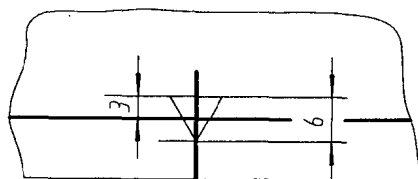


图 1-4

二、比例

国家标准《技术制图》“比例” GB/T14690-93 中，规定了绘图比例及其标注方法。图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称作比例；比值为 1 的比例，即 1:1，称为原值比例；比值大于 1 的比例，如 2:1 等，称为放大比例；比值小于 1 的比例，如 1:2 等，称为缩小比例。需要按比例绘制图样时，应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例，必要时也允许选取表 1-3 中的比例。

表 1-2 优先比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

绘制同一机件的各个视图时应尽量采用相同的比例，并在标题栏中比例项内填写，当某个视图需要采用不同比例时，必须另行标注。

表 1-3 比例

种 类	比 例				
放大比例	4:1	2.5:1			
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

三、字体

国家标准《技术制图》“字体” GB/T14691-93 中,规定了汉字、字母和数字的结构形式。书写字体的基本要求是:

① 书写字体必须做到:字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。各种字体的大小选择要适当。

② 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为: 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

③ 汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

④ 字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的 1/14, B 型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的 1/10。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

⑤ 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

图 1-5 和图 1-6 所示的是图样上常见字体的书写示例。

汉字应字体端正笔划清楚排列整齐间隔均匀

院校系专业班级姓名制图审核序号件数名称比例材料重量备注

螺栓螺母螺钉技术要求铸造圆角拔模斜度深度均布旋转球销锥热处理精度等级淬火

图 1-5 长仿宋字



(a)

I II III IV V VI XII VIIIX X

(b)



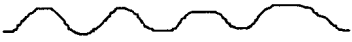
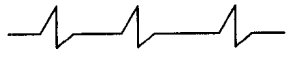

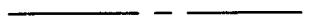


图 1-6 数字书写示例

(a) 阿拉伯数字; (b) 罗马数字

四、图线型式及应用

国家标准《机械制图》“图线”GB4457.4-84中，规定了机械图样中各种图线的名称、型式及其画法。各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的一般应用如表1-4所示。

表 1-4 图线型式及应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
粗实线	 A	b	可见轮廓线 可见过渡线
细实线	 B	约 $b/3$	尺寸线及尺寸界限 剖面线、引出线等
波浪线	 C	约 $b/3$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线	 D	约 $b/3$	断裂处的边界线
虚线	 F	约 $b/3$	不可见轮廓线 不可见过渡线
细点划线	 G	约 $b/3$	轴线及对称中心线 轨迹线、节圆及节线
粗点划线	 J	b	有特殊要求的线或 表面的表示线
双点划线	 K	约 $b/3$	极限位置的轮廓线 假想投影轮廓线

图线分为粗细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度，在 0.5~2mm 之间选择，细线的宽度约为 $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为：0.18，0.25，0.35，0.5，0.7，1，1.4，2mm。

图线画法规定为：

① 同一图样中的同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

② 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。

③ 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划。

④ 在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替。

五、尺寸标注

机器零件的形状可用图形来描述，但其大小必须依靠图样上标注的尺寸来确定，因此，尺寸标注是绘制工程图样的一项重要内容。国家标准《机械制图》“尺寸注法”GB4458.4-84中，

规定了机械图样中标注尺寸的方法。

1. 基本规则

① 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

② 图样中的尺寸，以 mm 为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

③ 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

④ 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、尺寸箭头和尺寸数字四个要素组成，如图 1-7 所示。

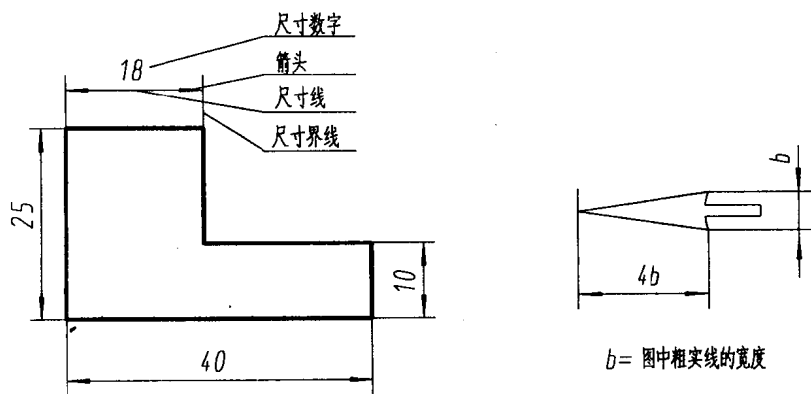


图 1-7 尺寸的组成和箭头画法

3. 尺寸注法

尺寸注法的基本规则，参见表 1-5。

表 1-5 尺寸标注的基本规则

项目	说明	图例
尺寸界线	1. 尺寸界线用细实线绘制，也可以利用中心线或轮廓线作尺寸界线	